



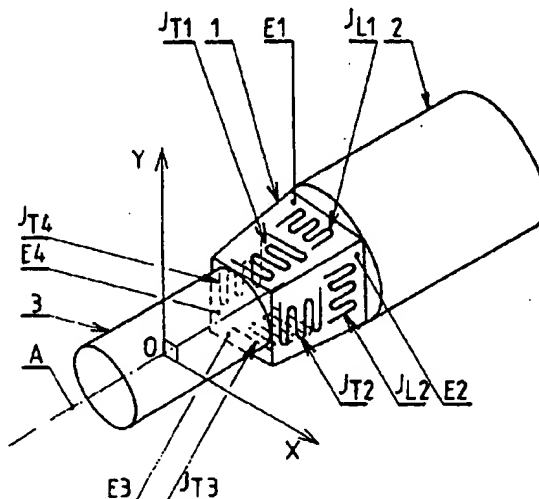
DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G01L 5/16	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 95/01556 (43) Date de publication internationale: 12 janvier 1995 (12.01.95)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00794</p> <p>(22) Date de dépôt international: 30 juin 1994 (30.06.94)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 93/08370 2 juillet 1993 (02.07.93) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) [FR/FR]; 3, rue Michel-Ange, F-75016 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): COUETARD, Yves [FR/FR]; Marot, F-33670 Saint-Genes-de-Lombaud (FR).</p> <p>(74) Mandataire: THEBAULT, Jean-Louis; Cabinet Thebault, 1, allées de Chartres, F-33000 Bordeaux (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: **TWO-WAY FORCE SENSOR, IN PARTICULAR FOR MEASURING A TORQUE**(54) Titre: **CAPTEUR DE FORCE A DEUX VOIES ET APPLICATION NOTAMMENT A LA MESURE D'UN TORSEUR DE FORCES**

(57) Abstract

A two-way force sensor for measuring bending or twisting forces, including a test body (1) between a fixed end (2) and a member (3) for applying the forces to be measured. Strain gauges or the like are arranged on the surface of the test body (1) and connected to a suitable electrical measurement device. Said test body (1) has four sides (E₁-E₄) defining a square-based truncated pyramid with its large base facing said fixed end (2), said sides extending substantially tangentially to a single isostress surface (5) obtained by exerting a force (F) on said member (3) in a plane perpendicular to the axis (A) of the test body (1). At least one of the sides in the two pairs of opposite sides (E₁-E₄) comprises at least one strain gauge, and the gauges on both pairs of opposite sides are arranged in two separate electrical measuring bridges. Said force sensor is useful for measuring twisting and/or bending moments and forces.



(57) Abrégé

L'objet de l'invention est un capteur de force à deux voies, pour la mesure de flexions ou torsions, du type comprenant un corps d'épreuve (1) interposé entre une partie d'encastrement (2) et une partie (3) d'application des forces à mesurer, sur la surface du corps d'épreuve (1) étant appliquées des jauges de contrainte ou analogues reliées à un dispositif de mesure électrique approprié, caractérisé en ce que ledit corps d'épreuve (1) comporte quatre faces (E₁ à E₄) délimitées par un tronc de pyramide à base carrée, la grande base étant tournée vers la partie d'encastrement (2), cependant que lesdites faces sont définies en sorte d'être sensiblement tangentes à une même surface d'isocontrainte (5) résultant de l'application, dans ladite partie d'application (3), d'une force (F) dans un plan perpendiculaire à l'axe (A) du corps d'épreuve (1) et en ce qu'au moins l'une des faces des deux paires de faces opposées (E₁ à E₄) comporte au moins une jauge de contrainte, les jauges des deux paires de faces opposées étant montées dans deux ponts de mesure électrique indépendants. Application à la mesure de forces et de moments de torsion et/ou de flexion.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brazil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LJ	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

**CAPTEUR DE FORCE A DEUX VOIES ET APPLICATION
NOTAMMENT A LA MESURE D'UN TORSEUR DE FORCES**

La présente invention a trait à un capteur extensométrique destiné à la mesure de forces et de moments de torsion et/ou de flexion et plus précisément un capteur de force destiné à mesurer les deux composantes orthogonales
5 d'une force de direction quelconque dans le plan de mesure du capteur et susceptible, en utilisation en association avec d'autres capteurs du même type, notamment suivant une combinaison de trois capteurs, de mesurer le torseur des forces appliquées au point de chargement.

10 Le but de l'invention est de proposer un capteur de force à deux voies à la fois rigide et compact et de conception simple.

A cet effet, l'invention a pour objet un capteur de force à deux voies, pour la mesure de flexions ou torsions,
15 du type comprenant un corps d'épreuve interposé entre une partie d'encastrement et une partie d'application des forces à mesurer, sur la surface du corps d'épreuve étant appliquées des jauges de contrainte ou analogues reliées à un dispositif de mesure électrique approprié, caractérisé en ce que ledit
20 corps d'épreuve comporte quatre faces délimitées par un tronc de pyramide à base carrée, la grande base étant tournée vers la partie d'encastrement, cependant que lesdites faces sont définies en sorte d'être sensiblement tangentes à une même surface d'isocontrainte résultant de l'application, dans
25 ladite partie d'application, d'une force dans un plan perpendiculaire à l'axe du corps d'épreuve et en ce qu'au moins l'une des faces des deux paires de faces opposées comporte au moins une jauge de contrainte, les jauges des

2

deux paires de faces opposées étant montées dans deux ponts de mesure électrique indépendants.

De préférence, lesdites faces du tronc de pyramide sont déterminées en sorte que leur point de tangence avec ladite
5 surface d'isocontrainte se situe sensiblement au milieu de la zone sensible délimitée par l'ensemble des brins actifs de la ou des jauges de contrainte de la face concernée, c'est-à-dire pratiquement au centre de ladite face.

Suivant un mode de réalisation préféré, chaque face est
10 munie de deux jauges, l'une longitudinale et l'autre transversale.

Un tel capteur est remarquablement compact et d'une très grande rigidité résultant d'une forme optimale du corps d'épreuve dont la surface des faces peut être réduite à la
15 taille strictement nécessaire à la mise en place des deux jauges de contrainte.

La mise en place des jauges est ainsi facilitée et, de plus, la disposition des brins actifs des jauges d'une face sensiblement dans le plan de tangence d'une surface
20 d'isocontrainte a pour conséquence l'existence dans le plan de mesure défini par lesdits brins d'un faible gradient de contrainte.

Ainsi, la fabrication du corps d'épreuve peut être réalisée avec des tolérances plus larges, sans obérer pour
25 autant la précision du capteur.

Un tel capteur permet la mesure de forces de torsion ou de flexion.

En outre, son association avec d'autres capteurs de même type, notamment par trois, permet de constituer un capteur de
30 torseur de forces, c'est-à-dire de déterminer à l'aide de six mesures définissant les 3×2 composantes de forces appliquées aux trois capteurs, le système équivalent en un point de chargement sous forme d'une force et d'un moment, de torsion ou de flexion, à savoir le torseur réduit audit point
35 de chargement.

Un tel capteur de torseur de forces s'intègre très aisément dans la réalisation de dynamomètres ou de plateaux ou porte-outils dynamométriques à six composantes.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de
40 la description qui va suivre de modes de mise en oeuvre de

capteurs selon l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 5 - Figure 1 est une vue en perspective d'un capteur de force à deux voies conforme à l'invention, selon un mode de réalisation préféré ;
- Figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'un capteur du type de la figure 1, en position d'encastrement et soumis à une flexion ;
- 10 - Figure 3 est un schéma d'un pont de Wheatstone dans lequel sont disposées les jauges de contraintes de deux faces opposées du corps d'épreuve du capteur de la figure 1 ;
- Figure 4 est une vue schématique d'un dynamomètre à
15 six composantes réalisé à l'aide de trois capteurs du type de la figure 1, et
- Figure 5 est une vue en coupe suivant la ligne V-V du dispositif de la figure 4.

Sur la figure 1 on a représenté un mode de réalisation
20 d'un capteur selon l'invention. Celui-ci est constitué d'un corps d'épreuve 1 en forme de tronc de pyramide à base carrée, interposé entre une partie d'encastrement 2 en forme de cylindre dans la section circulaire duquel s'inscrit la grande base du tronc de pyramide 1 et une partie 3
25 d'application des forces à mesurer, également en forme de cylindre dont la section circulaire s'inscrit dans la petite base dudit tronc de pyramide 1.

Le capteur est, par exemple, une pièce monobloc d'un matériau approprié à la réalisation de capteurs
30 extensométriques, de l'acier ou un alliage à base d'aluminium, et présente, à titre indicatif essentiellement car les dimensions peuvent bien entendu varier, les caractéristiques suivantes : diamètre des parties 2 et 3 : 17 mm et 10 mm respectivement ; longueur des parties 2 et 3 : 25
35 mm et 22 mm respectivement ; longueur du corps d'épreuve 1 : 13,7 mm ; pente des faces du corps d'épreuve 1 par rapport à l'axe A du capteur : 5°.

Sur chaque face du corps d'épreuve 1 sont disposées, à la manière connue, c'est-à-dire par collage, deux jauges de
40 contrainte conventionnelles dont les brins actifs sont

disposés respectivement longitudinalement au corps d'épreuve 1 (axe A) et transversalement.

Sur la figure 1 on a représenté sur la face supérieure E_1 , une jauge de contrainte longitudinale J_{L1} et une jauge de contrainte transversale J_{T1} et sur la face adjacente visible E_2 , une jauge de contrainte longitudinale J_{L2} et une jauge de contrainte transversale J_{T2} .

La face E_3 opposée à la face E_1 est munie de deux jauges de contrainte J_{L3} , J_{T3} identiques aux jauges J_{L1} et J_{T1} et placées en regard de ces dernières respectivement, seule la jauge transversale J_{T3} étant partiellement représentée sur la figure 1, à des fins de clarté.

De même, la face E_4 opposée à la face E_2 est munie de deux jauges longitudinale et transversale J_{L4} et J_{T4} placées en correspondance avec les jauges J_{L2} , J_{T2} , seule la jauge J_{T4} étant visible sur le dessin.

La partie d'application des forces 3 est soumise à des forces à mesurer d'une direction quelconque mais situées dans un plan perpendiculaire à l'axe A du capteur et défini sur la figure 1 par le référentiel cartésien XOY, l'origine O étant prise sur l'axe A et les centres des faces E_1 et E_2 étant dans les plans définis par l'axe A et les axes OY et OX respectivement.

Sur la figure 2 on a représenté en élévation latérale un capteur du type de la figure 1, encastré dans un massif d'encastrement 4 et soumis à une force ou charge F appliquée en un point O de l'axe A, perpendiculairement à ce dernier.

En 5 est représentée le profil de section d'une surface d'isocontrainte engendrée dans la masse du capteur par l'application de la force F.

Dans la masse du capteur les contraintes engendrées par la force F se distribuent suivant des surfaces cubiques définies chacune par les points où règnent une même contrainte.

L'une de ses surfaces 5 est tangente aux centres C des faces E_1 à E_4 du corps d'épreuve 1. Les formes et dimensions de ce corps d'épreuve 1 sont, conformément à l'invention, précisément déterminées par le calcul pour que les centres C des faces du tronc de pyramide constituant le corps d'épreuve

5

1 correspondent à un point de tangente des faces E_1 à E_4 à une surface d'isocontrainte 5.

Les jauges de contrainte (J_L , J_T) de chaque face E_1 à E_4 sont disposées de manière que l'aire globale couverte par les
5 brins actifs des deux jauges de la face considérée ait son centre sensiblement confondu avec le centre C de ladite face.

De préférence, les jauges (J_L , J_T) d'une même face sont disposées symétriquement, pour ce qui concerne leurs brins actifs, par rapport à la médiatrice de la face.

10 De cette manière, les brins actifs des deux jauges J_L , J_T , bien que se trouvant dans un plan distinct de la surface d'isocontrainte 5, sont néanmoins très voisins de cette surface et sont donc soumis à un faible gradient de contrainte, et, de plus, s'autocompensent du fait de leur
15 disposition à cheval sur la médiatrice de la face, ce qui retentit sur la précision de la mesure.

La pente p d'inclinaison sur l'axe A de chaque face E_1 à E_4 du corps d'épreuve 1 du capteur de la figure 2, est par exemple de 5°.

20 Bien entendu, le corps d'épreuve 1 pourrait être calculé de manière à avoir un point de tangence entre chaque face et une autre surface d'isocontrainte, ailleurs qu'au centre C de la face, par exemple au droit de la racine d'encastrement 6 du corps d'épreuve 1, et la pente de chaque face pourrait
25 être différente, étant entendu que, d'une manière générale, cette pente sera comprise préférentiellement dans la plage 5 à 9°.

La section d'encastrement (grande base du tronc de pyramide 1) du capteur est fonction des surfaces (faces E_1 à
30 E_4) nécessaires pour accueillir les jauges de contrainte. On s'arrangera donc, dans un souci de compacité, pour réduire la surface desdites faces E_1 à E_4 au strict nécessaire au collage des jauges, ce qui permettra de réduire la section d'encastrement et donc la masse de matière et l'encombrement
35 du capteur.

En revenant à la figure 1, il est clair que les jauges des faces opposées E_1 et E_3 assurent la mesure de la composante selon OY de toute force appliquée dans le plan XOY et que les jauges de l'autre paire de faces opposées E_2 , E_4
40 assurent la mesure de la composante selon OX de ladite force.

A cet effet, les jauges des quatre faces E_1 à E_4 sont disposées dans deux ponts de mesure électrique de type Wheatstone, identiques et indépendants et dont l'un est schématisé sur la figure 3.

5 Chaque pont de mesure incorpore dans ses quatre branches les quatre jauges de deux faces opposées, les jauges de contrainte de même type ou homologue, par exemple les jauges longitudinales J_{L1} et J_{L3} , étant dans des branches adjacentes (par rapport à un point de mesure) du pont.

10 Les tensions de mesure V_m disponibles en sortie des deux ponts constituent les deux voies de mesure du capteur.

Le positionnement des jauges de contraintes sur les faces du corps d'épreuve 1 est bien plus facile à réaliser que sur des surfaces d'étendue bien plus large telles que
15 celles d'un barreau à section constante d'un capteur traditionnel.

Dans un tel capteur, la déformation relevée par une jauge pour une charge donnée est proportionnelle à la distance de ladite jauge au point d'application de la charge.

20 Par suite, toute erreur de positionnement de la jauge entraîne des variations de sensibilité importantes.

Avec le capteur de l'invention, un positionnement bien plus précis des jauges est obtenu, ce qui permet de réaliser des capteurs de caractéristiques identiques ou quasi-
25 identiques, ce qui est intéressant notamment lorsque l'on veut apparier ou associer des capteurs pour les intégrer dans une structure à plusieurs capteurs.

Si le capteur de la figure 1 peut s'utiliser seul pour la mesure de forces de flexion ou de torsion, il peut aussi
30 être utilisé conjointement avec d'autres, notamment par trois, pour réaliser des systèmes de mesure des forces constituant un torseur équivalent au torseur des forces ou charges, de flexion ou de torsion, transmises entre deux corps solides.

35 Les figures 4 et 5 illustrent l'application du capteur selon l'invention à la réalisation d'un dynamomètre à six composantes.

Ce dynamomètre comprend un moyeu central hexagonal 10 relié par trois bras rayonnants 11 à une couronne circulaire
40 externe 12.

Chaque bras 11 est constitué par un capteur selon l'invention comprenant un corps d'épreuve 1, une partie d'encastrement intégrée dans le moyeu 10 et un tourillon 2 monté dans la couronne 12.

- 5 Les trois bras 11 sont, de préférence, disposés à 120° les uns des autres autour du moyeu 10 et les trois capteurs sont identiques, les jauges de contraintes n'étant pas représentées sur les figures 4 et 5.

Chaque tourillon 2 est muni, comme représenté sur la 10 figure 4, en coupe partielle suivant la ligne IV-IV de la figure 5, d'une rotule 13 solidaire du tourillon et reçue dans une cage annulaire 14 dont la face interne sphérique glisse sur la rotule 13 et dont la face externe cylindrique glisse également dans un alésage de la couronne 12.

- 15 En utilisation, le dynamomètre est solidarisé par son moyeu 10 d'un premier corps solide et par sa couronne 12 d'un second corps solide, des charges ou forces de flexion ou torsion étant transmises entre les deux corps solides (non représentés) et qui peuvent être par exemple deux axes 20 coaxiaux à la couronne 12. Les forces ou charges sont au point O des capteurs dans des plans perpendiculaires à l'axe des bras 11 respectifs.

Un tel dynamomètre permet de déterminer à l'aide de mesures définissant, pour chaque capteur, les deux 25 composantes de forces appliquées à ce capteur, le système équivalent, sous forme d'une force et d'un moment (de torsion ou de flexion), soit le torseur associé en un point de chargement donné.

Il est à noter que selon les applications 30 dynamométriques à six composantes du capteur selon l'invention, les trois bras 11 du système dynamométrique peuvent ne pas être régulièrement répartis angulairement, deux des bras 11 pouvant être par exemple alignés et l'agencement des trois capteurs, qui sont nécessairement dans 35 un même plan, peut ne présenter aucune symétrie.

Un tel système dynamométrique permettant d'évaluer avec précision les charges sur trois capteurs bidirectionnels en parallèle, évite le montage de capteurs traditionnels en série, lequel aboutit à un cumul des déformations de chaque 40 capteur et diminue d'autant la rigidité du système.

Le capteur de l'invention, seul ou associé à d'autres pour constituer des systèmes dynamométriques, est susceptible de nombreuses applications en métrologie et en robotique notamment.

5 Enfin, l'invention n'est évidemment pas limitée aux modes de mise en oeuvre représentés et décrits ci-dessus, notamment en ce qui concerne les formes et dimensions des trois parties constitutives du capteur (corps d'épreuve 1, partie d'encastrement 2, partie d'application des charges 3),
10 le nombre, la nature et la disposition des jauges de contrainte sur chaque face du tronc de pyramide du corps d'épreuve 1, le mode de montage desdites jauges dans les ponts de mesure électrique. C'est ainsi que chaque face (E_1 à E_4) peut ne comporter qu'une seule jauge, qui sera
15 longitudinale et le montage des jauges de deux faces opposées se fera, de préférence et pour obtenir une bonne précision, en demi-pont, les deux jauges étant disposées dans deux branches adjacentes, par rapport à un point de mesure, du pont considéré.

20 Sur chaque face (E_1 à E_4) peuvent être au contraire disposées un nombre de jauges supérieur à deux. On peut prévoir ainsi, par face, quatre jauges longitudinales agencées symétriquement par rapport à la médiatrice de la face, ou bien deux jauges longitudinales et deux jauges
25 transversales, également symétriquement disposées par rapport à la médiatrice de la face. En cas de jauges en nombre supérieur à deux par face, ce nombre sera de préférence pair, avec un nombre pair de jauges homologues (longitudinales ou transversales). Quant au montage des jauges dans les deux
30 ponts de mesure, ils pourront être variables selon la nature des mesures effectuées.

L'intérêt majeur de prévoir par exemple quatre jauges longitudinales par face réside dans l'augmentation de la résistance globale du circuit de jauges, qui entraîne une
35 diminution de la température de fonctionnement du capteur.

Suivant une autre variante, il est possible de ne placer des jauges de contrainte que sur l'une des faces de chaque paire de faces opposées. Par exemple, on peut, sur la face E_1 , disposer quatre jauges, à savoir deux jauges
40 longitudinales et deux jauges transversales, de préférence

placées de manière symétrique par rapport à la médiatrice de la face E_1 . On procède de la même façon par exemple avec la face adjacente E_2 et les deux autres faces E_3 , E_4 demeurent vierges.

- 5 Les jauges de la face E_1 sont montées dans un pont de mesure électrique de type Wheatstone de façon que les jauges homologues, les deux jauges longitudinales d'une part et les deux jauges transversales d'autre part, soient dans des branches opposées.
- 10 L'intérêt de ce mode de réalisation réside dans le fait qu'il existe sur le marché des supports prêts à coller de dimensions réduites (un carré de 8 mm de côté) portant quatre jauges agencées en sorte de pouvoir fonctionner, deux en longitudinal et deux en transversal, ce qui facilite et rend
- 15 plus économique la mise en place des jauges sur le capteur de l'invention.

Par ailleurs, plusieurs capteurs selon l'invention, en nombre (n) égal ou supérieur à deux, peuvent être agencés suivant différentes configurations, dans la mesure où ils

20 sont disposés dans un même plan avec leur partie d'encastrement (2) solidaire d'un même premier corps solide et leur partie de chargement (3) solidaire d'un même second corps solide, en vue de constituer des systèmes dynamométriques à 2n composantes afin de déterminer notamment

25 le torseur des forces ou charges appliquées par l'un des corps solides à l'autre.

REVENDICATIONS

== : == : == : == : == : == : == : == : == : == : == : == : == :

1. Capteur de force à deux voies, pour la mesure de flexions ou torsions, du type comprenant un corps d'épreuve (1) interposé entre une partie d'encastrement (2) et une partie (3) d'application des forces à mesurer, sur la surface du corps d'épreuve (1) étant appliquées des jauges de contrainte ou analogues reliées à un dispositif de mesure électrique approprié, caractérisé en ce que ledit corps d'épreuve (1) comporte quatre faces (E_1 à E_4) délimitées par un tronc de pyramide à base carrée, la grande base étant tournée vers la partie d'encastrement (2), cependant que lesdites faces sont définies en sorte d'être sensiblement tangentes à une même surface d'isocontrainte (5) résultant de l'application, dans ladite partie d'application (3), d'une force (F) dans un plan perpendiculaire à l'axe (A) du corps d'épreuve (1) et en ce qu'au moins l'une des faces des deux paires de faces opposées (E_1 à E_4) comporte au moins une jauge de contrainte, les jauges des deux paires de faces opposées étant montées dans deux ponts de mesure électrique indépendants.

20 2. Capteur de force selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pente (p) de chaque face (E_1 à E_4) du corps d'épreuve (1), par rapport à l'axe (A) de ce dernier, est compris entre 5 et 9°.

3. Capteur de force selon la revendication 1 ou 2, 25 caractérisé en ce que le point de tangence desdites faces (E_1 à E_4) par rapport à ladite surface d'isocontrainte (5) est sensiblement au centre (C) des faces.

4. Capteur de force selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le point de tangence desdites faces (E_1 à E_4) par rapport à ladite surface d'isocontrainte (5) est au droit de la racine d'encastrement (6) du corps d'épreuve (1).

5. Capteur de force selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque face (E_1 à E_4) est munie d'au moins une jauge longitudinale.

35 6. Capteur de force selon la revendication 5, caractérisé en ce que la jauge longitudinale ou l'ensemble de jauges longitudinales est disposé sur chaque face (E_1 à E_4) de manière symétrique par rapport à la médiatrice de la face.

7. Capteur de force selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque face (E_1 à E_4) est munie de deux jauges, l'une longitudinale (J_{L1} à J_{L4}) et l'autre transversale (J_{T1} à J_{T4}).
- 5 8. Capteur de force selon la revendication 7, caractérisé en ce que les deux jauges (J_L , J_T) de chaque face (E_1 à E_4) sont disposées chacune symétriquement par rapport à la médiatrice de la face.
9. Capteur de force selon l'une des revendications 1 à 10 4, caractérisé en ce que chaque face (E_1 à E_4) comporte un nombre de jauges pair supérieur à deux, les jauges étant toutes longitudinales ou bien longitudinales et transversales en nombre égal par face et disposées de manière symétrique par rapport à la médiatrice de la face.
- 15 10. Capteur de force selon la revendication 5, comportant une seule jauge longitudinale par face (E_1 à E_4), caractérisé en ce que dans chaque pont de mesure électrique les jauges des deux faces opposées sont montées dans deux branches adjacentes.
- 20 11. Capteur de force selon la revendication 7, caractérisé en ce que dans chaque pont de mesure électrique, les jauges de contrainte homologues (J_{L1}, J_{L3} ; J_{T1}, J_{T3}) sont disposées dans deux branches adjacentes.
12. Capteur de force selon l'une des revendications 1 à 25 4, caractérisé en ce que seule l'une des faces des deux paires de faces opposées comporte des jauges, au nombre de quatre, à raison de deux jauges longitudinales et deux jauges transversales, disposées de préférence de manière symétrique par rapport à la médiatrice de la face, les jauges homologues 30 d'une même face étant montées dans des branches opposées d'un même pont de mesure électrique.
13. Système dynamométrique à $2n$ composantes, n étant un nombre entier égal ou supérieur à deux, constitué à partir de n capteurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, 35 caractérisé en ce qu'il est formé de n capteurs dont les axes (A) sont disposés dans un même plan, dont les parties d'encastrement (2) sont solidaires d'un même premier corps solide et dont les parties de chargement (3) sont solidaires d'un même second corps solide, en vue de déterminer les

12

forces de flexion ou torsion transmises de l'un des corps solide à l'autre.

14. Système dynamométrique suivant la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte trois capteurs (1).

- 5 15. Système dynamométrique suivant la revendication 14, caractérisé en ce que les trois capteurs (1) forment trois bras rayonnants (11) décalés angulairement de 120°.

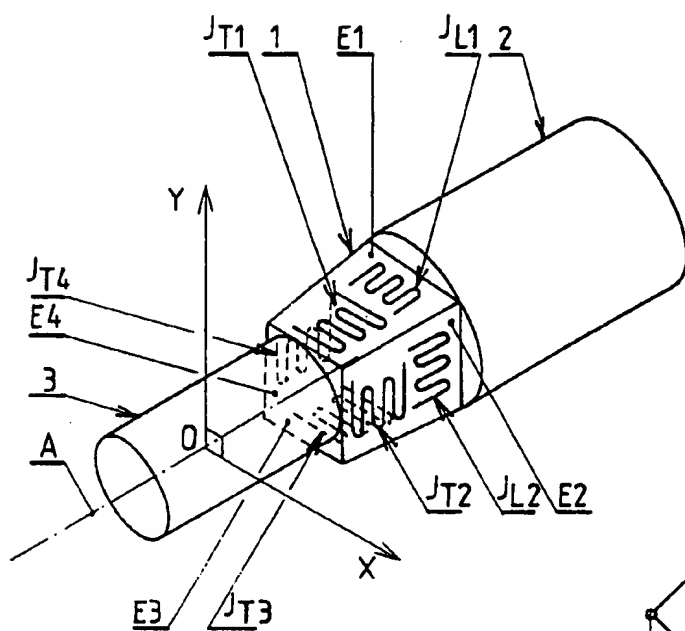


FIG. 1.

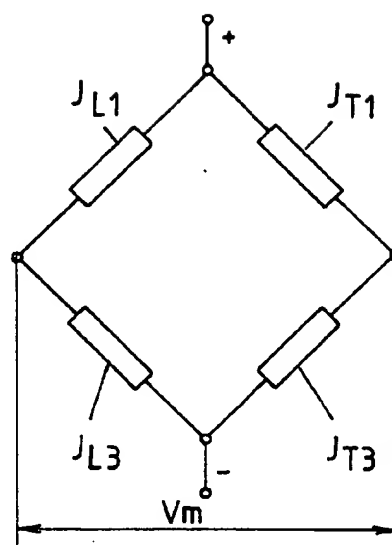


FIG. 3.

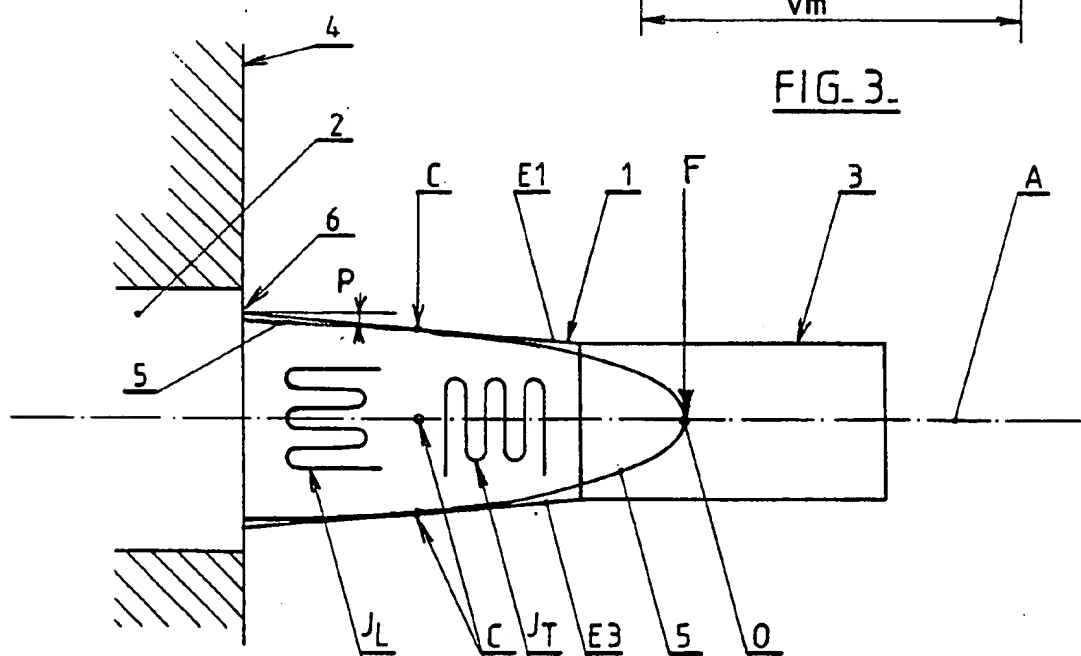


FIG. 2.

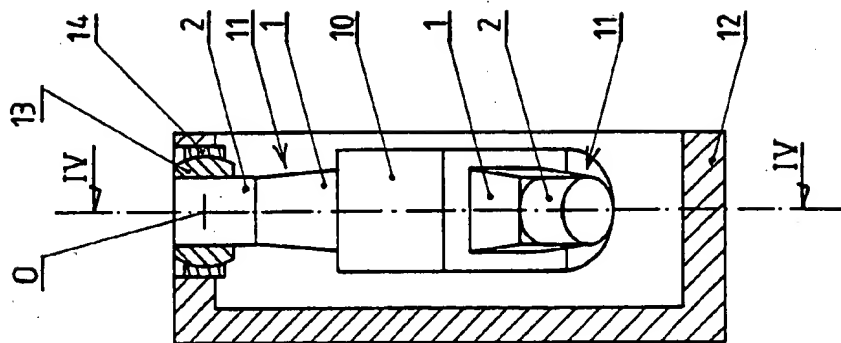


FIG. 5-

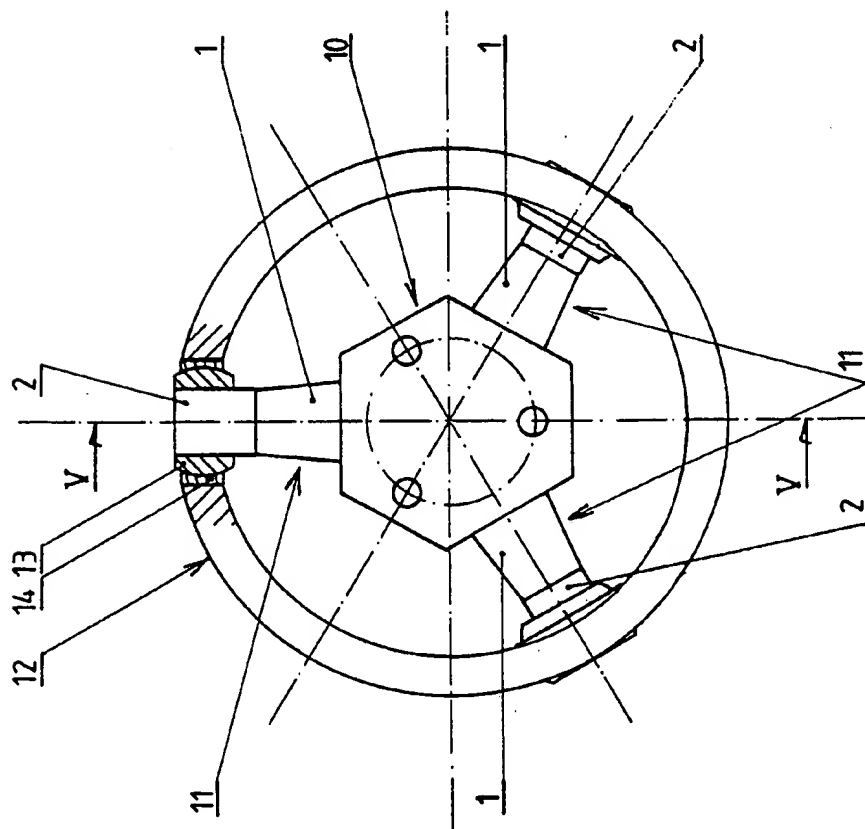


FIG. 4-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 94/00794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01L5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR,A,2 588 957 (HISPANOSUIZA) 24 April 1987 see the whole document -----	1,13-15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 October 1994

Date of mailing of the international search report

21.10.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zafiropoulos, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 94/00794

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2588957	24-04-87	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der. e Internationale No
PCT/FR 94/00794

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 G01L5/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 G01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR,A,2 588 957 (HISPANOSUIZA) 24 Avril 1987 voir le document en entier -----	1, 13-15

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 Octobre 1994

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21.10.94

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Zafiropoulos, N

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der e Internationalc No

PCT/FR 94/00794

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2588957	24-04-87	AUCUN	

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (juillet 1992)